

330523

P.- 34.538

Docket 11236



MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años

a nombre de INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION,
entidad norteamericana, establecida en Armonk, N.Y., -
Estados Unidos de América, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR UNA MATERIA PRIMA DE LA
ALEACION EUTECTOIDE QUE CONTIENE, EN PESO, 78% DE CINC,
22% DE ALUMINIO".

Este procedimiento reduce considerablemente el
nivel de resistencia a temperatura elevada de una aleación
eutectoide superplástica de cinc-aluminio. El metal prepa-
rado por este tratamiento es conformable con menos fuerza
y menos tiempo que el mismo material carente de tal prepa-
ración.

En la Solicitud de Patente de los EE.UU. Nº de -
serie 445.188 titulada "Termoconformación de metal", regis-
trada el 2 de Abril de 1965 por Davis S. Fields, Jr., Daniel
L. Mehl y Bernard F. Addis, se describió un procedimiento -



de conformación por tracción para formar metales que presenten una sensibilidad substancial a la velocidad de deformación. La sensibilidad a la velocidad de deformación es la variable exponencial en la expresión $\sigma = K \cdot \dot{\epsilon}^m$ en la que σ representa el esfuerzo en kilogramos por área unidad; $\dot{\epsilon}$ representa la velocidad de deformación en términos de variación de longitud por unidad de medida de longitud por unidad de tiempo; y K representa una constante de proporcionalidad que puede ser llamada coeficiente de velocidad de deformación. El valor numérico de K depende de las dimensiones específicas elegidas para las otras variables.

El procedimiento descrito en la Solicitud N^o de serie 445.188 se caracterizaba por una relación distintiva entre el esfuerzo y la velocidad de deformación, la carga de referencia aplicada y el tiempo de conformación, no representada en los procedimientos convencionales de conformación de metal. Mientras que la existencia de una considerable sensibilidad a la velocidad de deformación es la responsable de la existencia de esta relación distintiva y determina el alargamiento final al que una pieza puede ser sometida sin rotura, se ha descubierto que el coeficiente K de velocidad de deformación es el más importante en la determinación del nivel de resistencia del material y de aquí los factores primarios de gasto de tiempo y fuerza necesarios para conformar una pieza. Además de las consideraciones económicas básicas de tamaño y rendimiento total de herramientas y otro equipo, la reducción de las cargas de deformación permite un mayor grado de precisión en la conformación al hacer mínima la deformación de herramientas.

En concordancia, ha sido una finalidad de este in

338523



5 vento proyectar y desarrollar un procedimiento para acondicionar la aleación de metal eutectoide que comprende - nominalmente 78% de cinc, 22% de aluminio en peso, para-reducir substancialmente su coeficiente K de velocidad o grado de deformación a la temperatura de conformación.

10 Otra finalidad de este invento ha sido investigar el efecto de las variaciones típicas esperadas en este procedimiento para permitir la generalización necesaria - para la utilización práctica de este procedimiento sobre otras aleaciones relacionadas funcionalmente con la eutectoide pura de cinc-aluminio y para permitir variaciones -previsibles en el procedimiento mismo.

15 Estas y otras finalidades de este invento se harán más aparentes a los expertos en la técnica de la siguiente descripción más particular de este invento, en la que - se hace referencia a los dibujos que acompañan, de los -cuales:

20 La figura 1 es una vista esquemática de los principales pasos de este procedimiento;

25 La figura 2 es un gráfico de datos del esfuerzo de rotura en función de la velocidad de deformación $\dot{\epsilon}$ verdadera para materiales distintamente preacondicionados;

30 La figura 3 es un gráfico de datos de profundidad de la conformación en función del tiempo de conformación para materiales distintamente preacondicionados cuando están sometidos a una operación normalizada de conformación de una pieza que implica una tracción biaxial;

35 La figura 4 es un gráfico de datos de profundidad de la conformación en función del tiempo de conformación similar a la figura 3, de pruebas de materiales preacondicio-



nados a diferentes temperaturas para demostrar la temperatura óptima de elaboración y el efecto de las variaciones de ella.

5 La figura 5 es un gráfico cruzado de datos tomado de los puntos extremos de curva de la figura 4 que ilustra más vivamente la importancia de ella;

10 La figura 6 es un gráfico de datos comparativos de una carga instantánea como la producida por una velocidad de deformación normal aplicada en probetas de contenido variable de cinc-aluminio.

15 Las figuras 7 y 8 son gráficos de datos de profundidad de la conformación en función del tiempo de conformación similares a la figura 3 de pruebas de otras aleaciones que difieren de la eutectoide substancialmente para demostrar el efecto beneficioso de este procedimiento de acondicionamiento sobre ellas.

Este procedimiento implica esencialmente los siguientes pasos, como se muestra esquemáticamente en la figura 1.

20 PRIMERO, proporcionar un cuerpo 10 homogéneo de la materia prima de aleación eutectoide que comprende esencialmente el 78% de cinc y el 22% de aluminio, en peso, que ha sido mantenida, o tratada térmicamente por solubilización, en un horno 11 a una temperatura por encima de la temperatura invariante eutectoide aproximadamente 277°C durante un período de tiempo adecuado para asegurar una estructura uniforme cúbica centrada en las caras a elevada temperatura. Se llama la atención sobre el diagrama de fase aluminio-cinc publicado en el "Metals Handbook", Copyright de 1948, por la American Society of Metals, página 1167, para una compren-

25

30



sión más general de los factores de temperatura y composición implicados. Las modificaciones provisionales a este diagrama, basadas en un reciente trabajo de Goldak y Parr, "Journal of the Institute of Metals", 1963-1964, -
5 Volumen 92, página 230, no afectan a las presentes consideraciones.

SEGUNDO, enfriar el cuerpo 10 hasta una temperatura substancialmente por debajo de la invariante eutectoide a una velocidad adecuada para hacer que el material sea
10 superplástico cuando sea llevado más tarde a las temperaturas de conformación; por ejemplo, enfriando el cuerpo en el baño 12 de agua con agitación.

TERCERO, trabajar el cuerpo, como por medio de unos rodillos 13, a temperaturas relativamente bajas, es -
15 decir, por debajo de 205°C y óptimamente alrededor de 150°C. Se conoce la reacción, exotérmica que ocurre después del enfriado; sin embargo, las pruebas demuestran que se obtiene un reblandecimiento substancial a la temperatura de conformación si el paso de trabajo ocurre antes o después
20 de esta reacción.

Por este procedimiento se ha producido con éxito el material 10' que tiene la altamente deseable pero inesperada propiedad de baja resistencia a temperaturas de conformación superplástica en comparación con el material preparado sin trabajo. El material primario acondicionado es
25 identificable por su coeficiente K de velocidad de deformación substancialmente reducido a las temperaturas de conformación. El nivel de resistencia disminuido del material permite una mejora del tratamiento de conformación final, bien
30 al reducir las cargas necesarias, el tiempo necesario o al-



guna combinación de estos dos factores primarios de gas-
to.

El efecto beneficioso de este procedimiento sobre -
la eutectoida de cinc-aluminio es demostrado por los datos
representados en las figuras 2 y 3. La figura 2 es una re-
5 presentación gráfica en valores logarítmicos de los datos
obtenidos de una prueba de tracción uniaxial a 271°C de -
unas probetas que tienen diferentes grados de trabajo a -
baja temperatura, cuando se prueban sobre un amplio campo
de velocidades de deformación $\dot{\epsilon}$. Más específicamente, la
10 curva 20 representa la respuesta a tracción de una probeta
normalizada que no tiene trabajo a baja temperatura después
de la etapa 12 de enfriado. Las curvas 21, 22 y 23 represen-
tan datos tomados de probetas normalizadas que tienen, res-
pectivamente, una reducción del 25, 50 y 75% por trabajo a
15 baja temperatura de acuerdo con este procedimiento. La sig-
nificación de los datos representados en la figura 2 puede
verse considerando una línea de esfuerzo constante, tal co-
mo la línea 24. Para un esfuerzo dado σ , puede verse que -
20 la velocidad de deformación $\dot{\epsilon}$ aumenta y el tiempo de con-
formación, disminuye por, aproximadamente, un factor 5 para
un material muy trabajado (curva 23) en comparación con un
material no trabajado (curva 20). Similarmente, una línea
de velocidad de deformación constante, tal como la 25, in-
25 dica el campo de variación del esfuerzo requerido para pro-
ducir una velocidad de deformación dada en los materiales
tratados distintamente. Para el material no trabajado, -
(curva 20) se necesita un nivel de esfuerzo considerable-
mente más elevado para producir la velocidad de deformación
30 elegida que el necesario para deformar el material muy tra-

338523



bajado (curva 23).

La relación aproximadamente paralela entre las curvas 20-23 demuestra la regularidad y posibilidad de previsión de los fenómenos descubiertos. Esta relación también demuestra la ausencia de efecto considerable de este tratamiento sobre el factor exponencial m de sensibilidad a la velocidad de deformación, como está representado por la pendiente de las curvas.

La figura 3 es un gráfico de datos que ilustra gráficamente la siguiente demostración práctica de conformación de una pieza que había sido realizada. Se tomaron cuatro probetas de chapa de la misma sección de una fundición común suministrada en forma de materia prima relaminada de una aleación que comprende 78% de cinc, 22% de aluminio en peso a una precisión del 99% de pureza. El material para cada chapa se laminó a 326°C a un grosor que permitiese diversos grados de trabajo posterior a baja temperatura hasta un último grosor normalizado de 0,127 cm. Todas las chapas fueron tratadas térmicamente por solubilización a alrededor de 300°C durante una hora aproximadamente y luego enfriadas en agua con agitación para producir un estado metalúrgico, esencialmente uniforme. Una chapa fué empleada como control y no se trabajó más después del enfriado. Cada una de las restantes chapas fué laminada a aproximadamente la temperatura ambiente para reducir su grosor en un 25, 50 y 75%, respectivamente, produciendo probetas finales de 0,127 cm de grosor en cada caso. Cada probeta fué colocada en una coquilla calentada, construída como el descrito en la antes mencionada Solicitud N° de serie 445.188, y llevada a una temperatura uniforme de 271°C. en un período norma



lizado de dieciséis minutos. Se aplicó una carga neumá- -
tica por medio de un vacío de $0,98 \text{ Kg/cm}^2$ a cada probeta.-
Los datos de tiempo y de formación del punto central repre-
sentados en la figura 3 fueron registrados durante cada -
5 prueba.

La respuesta de la probeta de control está
representada por la curva 30 en la figura 3. La respuesta
de las probetas trabajadas por reducción de grosor del 25,
50 y 75% está representada por las curvas respectivas 31,
10 32 y 33. Nótese que la probeta de control (curva 30) nece-
sitó un tiempo de conformación de 3,4 minutos para que el
punto central alcanzase el fondo de la coquilla. La probeta
reducida en un 50% (curva 32) necesitó 1,2 minutos para
la total deformación. La probeta reducida en un 75% (curva
15 33) necesitó solamente 1,1 minutos para la total deforma-
ción. Puede verse que existe una buena correspondencia en-
tre las figuras 2 y 3. También puede verse que el efecto -
de este paso de trabajo sobre la reducción de la resisten-
cia a la temperatura de conformación disminuye con trabajo
20 adicional

TEMPERATURA DE TRABAJO

El efecto de las variaciones de temperatura
de trabajo sobre los resultados de reblandecimiento de este
25 tratamiento es mostrado por el gráfico de datos de la figu-
ra 4 y el gráfico cruzado de la figura 5.

Los datos representados en la figura 4 se -
obtuvieron preparando seis probetas de chapa para prueba de
la eutectoide de cinc-aluminio de la misma parte de la mis-
30 ma fundición laminando en caliente el lingote (por encima -



de los 315°C) a 0,254 cms, tratando las probetas térmica-
mente por solubilización durante una hora a 315° y enfriando
do la probeta en agua, con agitación. Las probetas se ca-
lentarón individualmente a una temperatura elegida (37°,
5 93°, 149°, 204°, 260°, 316° C) y se laminaron a 0,127 cms.,
una deformación del 50%. Después del laminado, cada probeta
fué enfriada. El laminado necesitó varias pasadas y las
probetas fueron devueltas al horno de calentar, entre las
pasadas, para mantener una temperatura lo más constante po-
sible. La probeta laminada a 316° C se tomó como control -
10 ya que esta temperatura está por encima de la invariante
eutectoide. A la probeta de control se le dió la misma -
historie de laminados que a las probetas de prueba pero,
como se esperaba, se comportó como si todos los laminados
15 hubiesen ocurrido antes del primer enfriado.

Las probetas fueron probadas como se descri-
be en conexión con los datos de la figura 3 y con las cur-
vas de conformación producidas semejantes a ellos. Las cur-
vas se identifican por sus respectivas temperaturas de la-
20 minado.

La significación de estos datos se demuestra
todavía más vivamente en la figura 5 en la que los tiempos
de conformación de punto final de la figura 4 han sido re-
presentados en función de la temperatura de trabajo. Por -
25 comparación con los datos de control, puede notarse que se
obtiene un efecto beneficioso sobre un amplio campo de tem-
peraturas de trabajo y que para la composición particular
probada, se obtuvo un efecto máximo en la vecindad de los
149° C. Aparte del efecto básico beneficioso del trabajo a
30 por encima de la temperatura ambiente, es importante en sí



mismo que el trabajo puede ser efectuado sin detrimento por encima de la temperatura ambiente. Por ejemplo, condiciones extrañas pueden hacer difícil el laminado a temperatura ambiente, si no imposible.

5

COMPOSICION DEL MATERIAL

La composición del material puede variar, como con impurezas al azar, adiciones considerables a la aleación o composición no eutectoide, y se obtiene todavía un efecto considerable de reblandecimiento por un tratamiento de acuerdo con este invento.

Para una nueva demostración, se han realizado pruebas comparativas sobre probetas de composición variada. Cada composición se probó con y sin un 50% de deformación de preformación.

La figura 6 muestra el efecto sobre las ventajas de este tratamiento de una variación relativa de cinc-aluminio sobre un amplio campo alrededor de la composición eutectoide (78%-22%). La curva 60 representa la carga instantánea para una probeta de tracción sometida a una velocidad de deformación normal para distintas composiciones, pero sin el previo trabajo a baja temperatura de acuerdo con este invento. La curva 61 representa la carga de conformación para las mismas composiciones de la curva 60 pero con un 50% de deformación a baja temperatura después del enfriado. La ventaja continuada de este tratamiento sobre este amplio campo de variación en la composición, es manifiesta.

30

Las figuras 7 y 8 muestran, respectivamente,

338523



la ventaja continuada de este tratamiento en presencia de
pequeñas pero importantes cantidades de magnesio y mangane
so. La figura 7 muestra la respuesta comparada de probetas
de prueba, elaborada a baja temperatura en un 50% (curva
5 70) y no trabajada (curva 71), que contienen un 0,02% de
Mag en peso, probadas como se describe en conexión con la
figura 3. La figura 8 muestra la respuesta comparada de pro
betas de prueba, trabajada a baja temperatura en un 50%
(curva 80) y no trabajada (curva 81), que contienen un -
10 0,050% de Mn. Estos resultados son bastante significativos
para demostrar la efectividad de este, tratamiento sobre -
otras composiciones, considerando especialmente que se sa
be que estos elementos de prueba elegidos afectan drástica
mente la cinética de descomposición de fase en las aleacio
nes de cinc-aluminio.
15

Se apreciará por los expertos en la técnica que
se ha descubierto y desarrollado un tratamiento para mejo
rar substancialmente las propiedades económicas de la eutec
toide de cinc-aluminio de un metal estructural superplásti
co. Los datos que aquí se han presentado demuestran la am
plitud de este invento al revelar, en el sentido general, a
20 la vez factores óptimos tales como la temperatura de lami
nación para máximo efecto y la carencia de sensibilidad re
ferente al efecto del procedimiento sobre todos los factores
25 básicos. Por otro lado, de los datos aquí presentados puede
preverse razonablemente que la variación de cualquier fac
tor puede producir un grado variado del resultado. Al ale
jarse de la temperatura óptima de alrededor de 149°C., puede
esperarse que el efecto beneficioso se reducirá en la eutec
30 toide pura de cinc-aluminio.

338523



Se reconocerá que el aparato no constituye una consideración esencial de este invento y que los diversos pasos pueden ser realizados por distinto equipo. Por ejemplo, el calentamiento, aunque realizado convencionalmente en un horno cerrado, puede ser ealizado con igual rendimiento en una prensa calentada proyectada para proporcionar el trabajo deseado. El enfriado puede ser efectuado por pulverización en contraposición a la inmersión, y el trabajo puede ser efectuado por extrusión, forjado, etc., tanto como por laminación.

En concordancia, se verá que pueden hacerse modificaciones, adiciones, supresiones, etc., a este procedimiento como se ha descrito específicamente, sin salir necesariamente del espíritu y finalidad de este invento que se limita solamente a las reivindicaciones adjuntas:

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, con fecha 28 de Marzo de 1.966, bajo el núm. 537.939, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Un procedimiento para preparar una materia prima de la aleación eutectoide que contiene, en peso, 78% de cinc, 22% de aluminio, que comprende los pasos de: tratar



térmicamente por solubilización a una temperatura entre su temperatura eutectoide y su temperatura sólidas durante un período adecuado de tiempo para obtener una estructura uniforme en toda dicha materia prima, enfriar rápidamente por inmersión dicha materia prima, y después de ello, trabajar dicha materia prima a una temperatura por debajo de 204°C.

2.- Un procedimiento como el definido en la reivindicación 1 en el que dicho paso de trabajo se realiza a una temperatura de alrededor de 149°C.

3.- El procedimiento como el definido en la reivindicación 1 en el que dicho paso de trabajo se efectúa por laminación.

4.- Un método para fabricar formas de metal que comprende los pasos de: proporcionar un cuerpo de materia prima preparado de acuerdo con el procedimiento definido en la reivindicación 1, calentar dicho cuerpo a una temperatura justo por debajo de su temperatura eutectoide, y conformar dicho cuerpo mientras esté a temperaturas justo por debajo de su temperatura eutectoide.

5.- Un método para fabricar formas de metal como el definido en la reivindicación 4 en el que dicho cuerpo es proporcionado en forma de chapa y dicho paso de conformación comprende, por lo menos parcialmente, el paso de aplicar de una carga neumática a él para producir una substancial deformación de él por tracción biaxial.

6.- Un método para fabricar formas de metal que comprende los pasos de: proporcionar un cuerpo de material preparado de acuerdo con el procedimiento definido en la reivindicación 2, calentar dicho cuerpo a una temperatura -



justo por debajo de su temperatura eutectoide, y conformar dicho cuerpo mientras esté a temperaturas justo por debajo de la temperatura eutectoide.

5 7.- Un método para fabricar formas de metal que comprende los pasos de: proporcionar un cuerpo de material preparado de acuerdo con el procedimiento definido en la reivindicación 3, calentar dicho cuerpo a una temperatura justo por debajo de su temperatura eutectoide, y conformar dicho cuerpo mientras esté a temperaturas justo por debajo de la temperatura eutectoide.

10 8.- Un método para fabricar formas de metal como el definido en la reivindicación 7 en el que dicho cuerpo se proporciona en forma de chapa y dicho paso de conformación comprende, por lo menos parcialmente, el paso de aplicar una carga neumática a él para producir una substancial deformación de él por tracción biaxial.

15 9.- El procedimiento para acondicionar el material de la aleación eutectoide que comprende nominalmente 78% de cinc, 22% de aluminio en peso, en un estado producido por un tratamiento térmico por solubilización a una temperatura entre su temperatura eutectoide y su temperatura solidus durante un periodo de tiempo adecuado para obtener una estructura - totalmente uniforme y seguido por enfriado rápido por inmersión, comprendiendo el paso de tratamiento mejorado trabajar el material a una temperatura por debajo de 204°C.

20 25 10.- Un procedimiento como el definido en la reivindicación 9 en el que dicho paso de trabajo se realiza a una temperatura de alrededor de 149°C.

30

338523



11.- Un procedimiento para preparar una materia prima de la aleación eutectoide que contiene, en peso, 78% de cinc, 22% de aluminio.

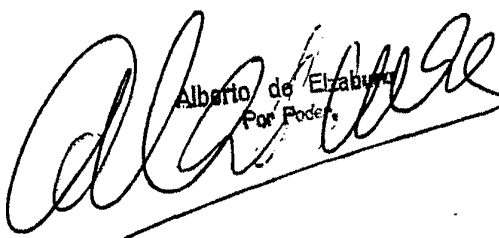
5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan, y para los fines que se han especificado.

La presente Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

27 MAR 1967

Madrid,

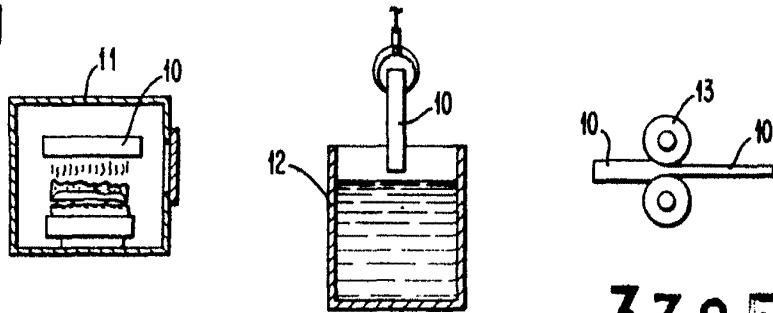
P.A.


Alberto de Ezaburu
Por Poderes

338523



FIG. 1



338523

FIG. 2

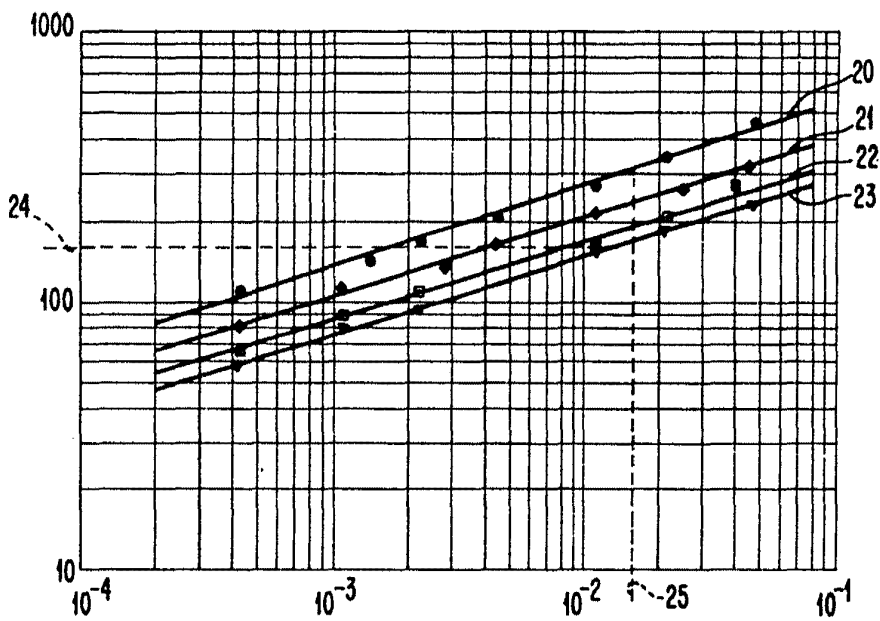
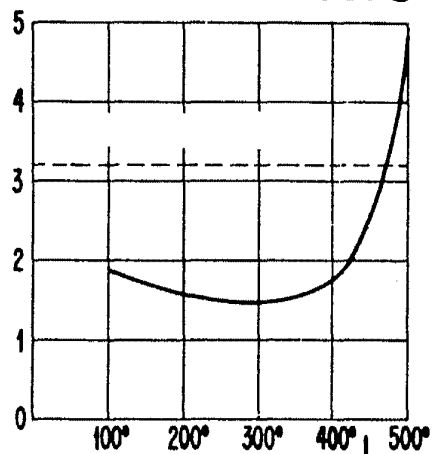
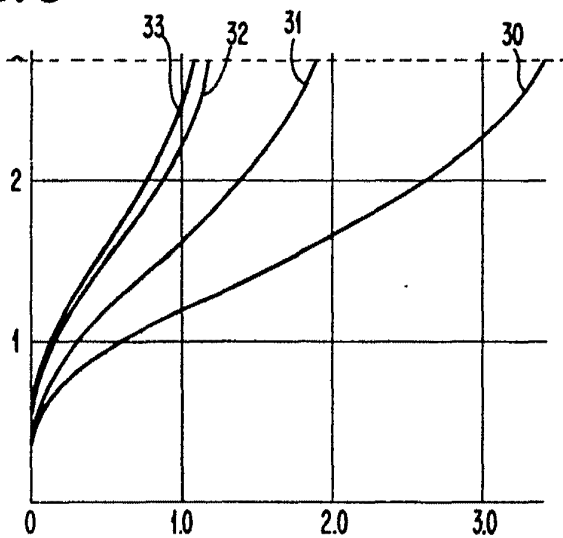


FIG. 5

FIG. 3



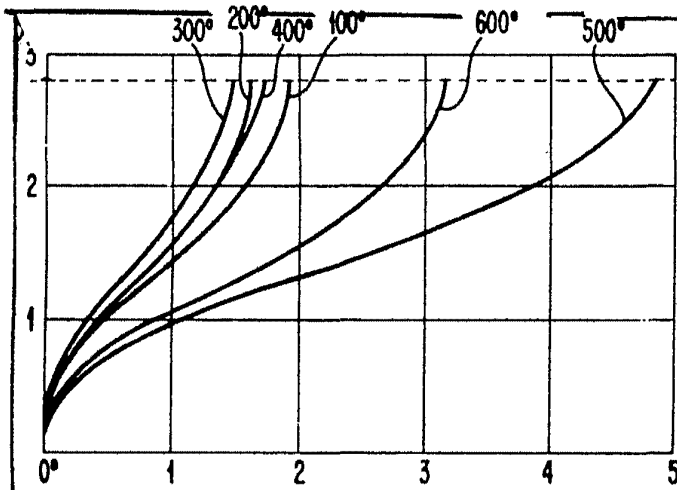


FIG. 4



338523

FIG. 6

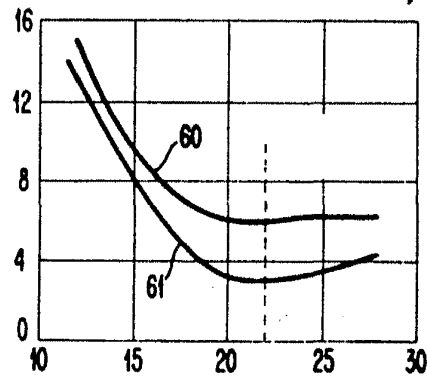


FIG. 7

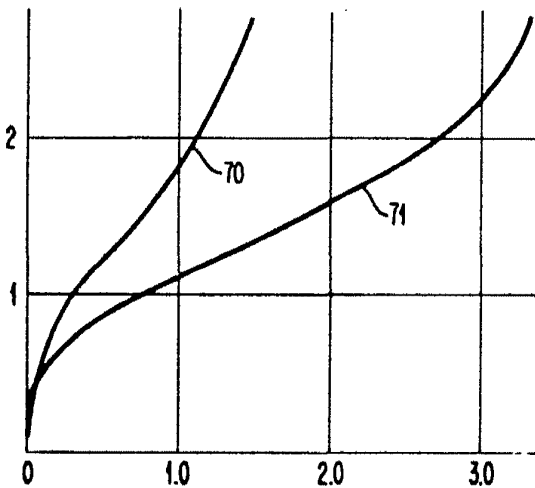


FIG. 8

